

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-111455

(43) 公開日 平成10年(1998) 4月28日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

G 0 2 B 15/14

G 0 2 B 15/14

13/00

13/00

G 0 3 B 5/00

G 0 3 B 5/00

J

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平8-286146

(22) 出願日 平成 8 年(1996)10月 7 日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号

(72) 発明者 鈴木 憲三郎

東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株

式会社ニコン内

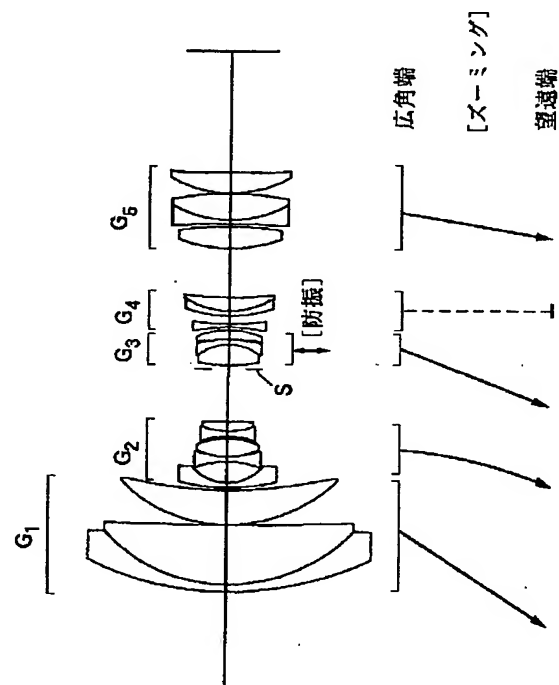
(74) 代理人 弁理士 猪熊 克彦

(54) 【発明の名称】 防振機能を備えたズームレンズ

(57) 【要約】

【課題】 明るく広画角を有し、変倍比が高く、バックフォーカスが十分に長く、像側のテレセントリック性が十分に高い高性能な防振機能を備えたズームレンズを得る。

【解決手段】 物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G<sub>1</sub>と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群 G<sub>2</sub>と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群 G<sub>3</sub>と、負の屈折力を有する第 4 レンズ群 G<sub>4</sub>と、正の屈折力を有する第 5 レンズ群 G<sub>5</sub>とを備え、広角端での焦点距離が画面对角長よりも短いズームレンズにおいて、広角端から望遠端への変倍に際して、少なくとも第 5 レンズ群 G<sub>5</sub>を物体側に移動させ、かつ各レンズ群の間隔を変化させ、防振に際して、第 3 レンズ群 G<sub>3</sub>を光軸とほぼ直交する方向に移動させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G<sub>1</sub>と、負の屈折力を有する第2レンズ群G<sub>2</sub>と、正の屈折力を有する第3レンズ群G<sub>3</sub>と、負の屈折力を有する第4レンズ群G<sub>4</sub>と、正の屈折力を有する第5レンズ群G<sub>5</sub>とを備え、広角端での焦点距離が画面对角長よりも短いズームレンズにおいて、広角端から望遠端への変倍に際して、少なくとも前記第5レンズ群G<sub>5</sub>を物体側に移動させ、かつ前記各レンズ群の間隔を変化させ、防振に際して、前記第3レンズ群G<sub>3</sub>を光軸とほぼ直交する方向に移動させることを特徴とする防振機能を備えたズームレンズ。

【請求項2】以下の各条件を満足する請求項1記載の防振機能を備えたズームレンズ。

$$\Delta S / f_3 < 0.1 \quad (1)$$

$$0.1 < f_3 / f_T < 1.5 \quad (2)$$

但し、 $\Delta S$ ：防振に際して移動する前記第3レンズ群G<sub>3</sub>の光軸とほぼ直交する方向への最大変位量

$f_3$ ：前記第3レンズ群G<sub>3</sub>の焦点距離

$f_T$ ：望遠端での全系の焦点距離である。

【請求項3】以下の条件を満足する請求項1又は2記載の防振機能を備えたズームレンズ。

$$2.0 < bfw / fw < 8.0 \quad (3)$$

但し、 $bfw$ ：広角端でのバックフォーカス

$fw$ ：広角端での全系の焦点距離

である。

【請求項4】以下の各条件を満足する請求項1、2又は3記載の防振機能を備えたズームレンズ。

$$4.5 < Lw / y < 20.0 \quad (4)$$

$$0.3 < |f_4| / fw < 5.0 \quad (5)$$

但し、 $Lw$ ：広角端での第1レンズ面から最終レンズ面までの長さ

$y$ ：最大像高

$f_4$ ：前記第4レンズ群G<sub>4</sub>の焦点距離

$fw$ ：広角端での全系の焦点距離

である。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はズームレンズに関し、特に広画角を含む高変倍ズームレンズの防振技術に関する。

## 【0002】

【従来の技術】防振機能を備えたズームレンズとしては、特開平6-337375号公報、特開平6-123836号公報などに開示されたものがある。これらは、5群以上のレンズ群で構成されるズームレンズの第2レンズ群、第3レンズ群などを、防振のために光軸を横切って変位させるものであった。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記各公報に記載されているズームレンズは主として望遠用のズームレンズであり、画角は広角端で30度よりも小さい領域であった。さらに、実効Fナンバーが $F/4 \sim F/5.6$ 程度と暗いので、照明条件によっては絵柄が黒くて暗い被写体を撮影するには不十分である。これに対し、明るく、広角で、高変倍・高性能な防振光学系が、久しく求められていた。加えて、電子画像機器等に利用される光学系には、光学的ローパスフィルターや、3色分解フィルター、ミラー等をレンズ後方に配置することが多いため、十分に大きなバックフォーカスも求められてきた。さらに、シェーディングを少なくするために、画面周辺において十分な周辺光量を確保することができ、かつ、像側に十分にテレセントリックであることも求められていた。本発明は上記の問題点を鑑みてなされたものであり、明るく広画角を有し、変倍比が高く、バックフォーカスが十分に長く、像側のテレセントリック性が十分に高い高性能な防振機能を備えたズームレンズを得ることを課題とする。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、本発明では、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G<sub>1</sub>と、負の屈折力を有する第2レンズ群G<sub>2</sub>と、正の屈折力を有する第3レンズ群G<sub>3</sub>と、負の屈折力を有する第4レンズ群G<sub>4</sub>と、正の屈折力を有する第5レンズ群G<sub>5</sub>とを備え、広角端での焦点距離が画面对角長よりも短いズームレンズにおいて、広角端から望遠端への変倍に際して、少なくとも前記第5レンズ群G<sub>5</sub>を物体側に移動させ、かつ前記各レンズ群の間隔を変化させ、防振に際して、前記第3レンズ群G<sub>3</sub>を光軸とほぼ直交する方向に移動させることを特徴とする防振機能を備えたズームレンズとした。

【0005】本発明は、基本的には正の屈折力を持つ第1レンズ群G<sub>1</sub>と、負の屈折力を持つ第2レンズ群G<sub>2</sub>と、正または負の屈折力を持つ第3レンズ群G<sub>3</sub>と、正の屈折力を持つ第4レンズ群G<sub>4</sub>と、負の屈折力を持つ第5レンズ群G<sub>5</sub>とから成る5群構成のズームレンズを採用している。ここで、本発明に係るズームレンズの防振機能の手法を説明すると、レンズ群またはその一部のレンズを防振変位手段によって光軸とほぼ直交する方向に移動させることにより、カメラの揺れや振動に起因する結像状態の変動を補正する方式を採用している。以下に、このタイプのズームレンズの特徴及び利点について簡単に説明する。まず第1には、この5群構成という多群構成の特徴を十分に生かすことにより、結像性能に優れ、かつ高倍率化にも適用できるズームレンズを達成することができる。また、広角側で、レンズ群の間隔を狭めた配置を採ることが出来るため、広角側で全長が短いコンパクトな構成にすることが出来る。そして多群構成

であることから、変倍時にレンズ群の動きかたの自由度が多く、中間焦点距離状態でも結像性能を良好に保つことが出来る。

【0006】さて、本発明ではこのようなズームタイプの従来から知られていた優れた特徴に加えて、広角側での焦点距離が画面对角長以下である広角レンズが達成出来るのみならず、防振性能に優れていることを見いだしたのである。次に、防振群の構成について述べると、まず、第1レンズ群G<sub>1</sub>や第5レンズ群G<sub>5</sub>は、大型のレンズ群となりやすく、このようなレンズ群を防振群とすることは機構が大型化、複雑化するため、好ましくない。そして、第3レンズ群G<sub>3</sub>のように全長や径が小さいレンズ群が望ましいことがわかる。この場合、開口絞りを第3レンズ群G<sub>3</sub>の近傍に配置できるから、画角の中心と周辺との結像性能に大きな差をつけずに防振することができるため、好都合である。

【0007】さらには、本発明では、このようなズームレンズのタイプにおいて、第3レンズ群G<sub>3</sub>によって防振を行うことにより、優れた光学性能が得られることを見出したのである。加えて、電子画像機器等に利用される光学系には、光学的ローパスフィルターや、3色分解フィルター、ミラー等をレンズ後方に配置することが多いため、このような場合に必須となる十分に大きなバックフォーカスも得られることを見いだしたのである。さらに、シェーディングを減少させるために、画面周辺において十分な周辺光量を確保することができ、かつ、像側に十分にテレセントリックであることを達成出来ることも見いだしたのである。

【0008】本発明においては、

ΔS：防振に際して移動する第3レンズ群G<sub>3</sub>の光軸とほぼ直交する方向への最大変位量

f<sub>3</sub>：第3レンズ群G<sub>3</sub>の焦点距離

f<sub>T</sub>：望遠端での全系の焦点距離

とするとき、

$$\Delta S / f_3 < 0.1 \quad (1)$$

$$0.1 < f_3 / f_T < 1.5 \quad (2)$$

なる条件を満たすことが好ましい。

【0009】(1)式は、第3レンズ群G<sub>3</sub>の光軸と直交する方向への最大変位量ΔSを、第3レンズ群G<sub>3</sub>の焦点距離f<sub>3</sub>の大きさとの比で適切な範囲を定めたものである。条件式(1)の上限を越えると、第3レンズ群G<sub>3</sub>の最大変位量ΔSが大きくなりすぎ、その結果、防振時の収差変動量が大きくなり、不都合である。特に、像面上の周辺位置における、メリディオナル方向の最良像面とサジタル方向の最良像面の光軸方向の差が広がり、不都合である。また言うまでもなく、移動しなければ防振の作用は得られないのであるからΔSは0よりも大きい(ΔS>0)のである。なお(1)式の上限を0.05とすれば、更に好ましい効果が得られる。

【0010】(2)式は、第3レンズ群G<sub>3</sub>の焦点距離

f<sub>3</sub>を、望遠端での焦点距離f<sub>T</sub>の大きさとの比で適切な範囲を定めたものである。条件式(2)の上限を越えると、第3レンズ群G<sub>3</sub>の焦点距離f<sub>3</sub>が大きくなりすぎてしまい、バックフォーカスが小さくなりすぎ、十分なバックフォーカスが得られなくなってしまい、不都合が生ずる。また、防振のための移動量が大きくなりすぎてしまい、防振機構の構成上不都合である。条件式(2)の下限を越えると、第3レンズ群G<sub>3</sub>の焦点距離f<sub>3</sub>が小さくなりすぎてしまい、ベッツバール和が負側に大きく変位してしまうから、像面湾曲が大きくなりすぎて不都合が生ずる。また、変倍時の諸収差の変動、特に球面収差の変動が大きくなりすぎて不都合である。

【0011】また本発明においては、

b f w：広角端でのバックフォーカス

f w：広角端での全系の焦点距離

とするとき、

$$2.0 < b f w / f w < 8.0 \quad (3)$$

なる条件を満たすことが好ましい。(3)式は、広角端でのバックフォーカスb f wを、広角端での全系の焦点距離f wとの比で、適正な条件範囲を示したものである。条件式(3)の上限を越えると、バックフォーカスが過度に大きくなりすぎ、第4レンズ群G<sub>4</sub>や第5レンズ群G<sub>5</sub>のレンズ径が大きくなり、コンパクト化に向かない。また、変倍時のコマ収差や像面湾曲の変動が大となり、不都合である。条件式(3)の下限を越えると、バックフォーカスが過度に小さくなりすぎ、フィルターやミラーを置くスペースを確保することが困難となって不都合である。また、像側テレセントリックからはずれやすくなり、この点からも不都合である。さらには、望遠側の歪曲収差が正側に大きくなりやすく不都合である。

【0012】また本発明においては、

L w：広角端での第1レンズ面から最終レンズ面までの長さ(レンズ全長)

y：最大像高

f<sub>4</sub>：第4レンズ群G<sub>4</sub>の焦点距離

f w：広角端での全系の焦点距離

とするとき、

$$4.5 < L w / y < 20.0 \quad (4)$$

$$0.3 < |f_4| / f w < 9.0 \quad (5)$$

なる条件を満たすことが好ましい。

【0013】(4)式は、広角端でのレンズ全長L

wを、最大像高yとの比で適正な条件範囲を示したものである。条件式(4)の上限を越えると、全長が過度に大きくなりすぎ、レンズ全体の重量が増加してしまうため不都合である。特に、第1レンズ群G<sub>1</sub>や第5レンズ群G<sub>5</sub>のレンズ径が大きくなり、コンパクト化に向かない。また、一定のフィルター径に納めようとすると、周辺光量不足となりやすく不都合である。条件式(4)の下限を越えると、広角端での全長L wが過度に小さくな

りすぎ、収差補正の自由度が足りなくなってしまう不都合が生じる。一般に諸収差の補正を良好に行うには、絞りの前後に、なるべく離れた距離まで数多くのレンズ面があることが好ましいのであるが、この場合は、各レンズ面が絞りに近づきすぎてしまうため、良好な補正が困難となってしまうのである。その結果、諸収差のうち、特にコマ収差の補正が十分でなくなるために、良好な結像性能を得ることが困難となってしまう。また、ベッツバール和が負側に大きく変位する傾向となり、不都合である。

【0014】(5)式は、第4レンズ群G<sub>4</sub>の焦点距離f<sub>4</sub>の大きさを、広角端での全系の焦点距離f<sub>w</sub>との比で適切な範囲を定めたものである。条件式(5)の上限を越えると、第4レンズ群G<sub>4</sub>の焦点距離f<sub>4</sub>の大きさが大きくなりすぎてしまい、その結果、バックフォーカスが小さくなりすぎ、十分なバックフォーカスが得られなくなってしまう、不都合が生ずる。また、テレセントリック性の確保が困難となりやすく不都合である。条件式(5)の下限を越えると、第4レンズ群G<sub>4</sub>の焦点距離f<sub>4</sub>の大きさが小さくなりすぎてしまい、ベッツバール和が負側に大きく変位してしまい、像面湾曲が大きくなりすぎて不都合が生ずる。また、変倍時の諸収差の変動、特に球面収差の変動が大きくなってしまい不都合である。なお、本発明の効果を十分に発揮するには、条件式(5)の上限を4.0とし、下限を2.0とすることが望ましい。

【0015】ここで、変倍時にズームレンズの各群が担う倍率と各群の動き方について述べる。本発明では、広角側から望遠側への変倍に際して、第2レンズ群G<sub>2</sub>と第5レンズ群G<sub>5</sub>の結像倍率が、いずれも常に増大している構成とすることが可能である。このような構成は変倍の効率が良く、ズームレンズの構成上好ましい。さらには、先ず第5レンズ群G<sub>5</sub>は、広角側から望遠側への変倍に際して、物体側に移動する形態が望ましい。従って、バックフォーカスは望遠端では広角端よりも長くなる。同様に第1レンズ群G<sub>1</sub>も、広角側から望遠側への変倍に際して、物体側に移動する形態が望ましい。また、第3レンズ群G<sub>3</sub>も、広角側から望遠側への変倍に際して、物体側に移動する形態が望ましい。このような構成により、広角側で全長を短く、コンパクトにすることが可能であり、好ましい。

【0016】また、第1レンズ群G<sub>1</sub>と第2レンズ群G<sub>2</sub>の間隔と、第3レンズ群G<sub>3</sub>と第4レンズ群G<sub>4</sub>の間隔は、望遠端では広角端よりも広がっていることが望ましい。さらには、第4レンズ群G<sub>4</sub>は広角端から望遠端への変倍時に固定ないしは、像側へ移動することが望まし

$$0.1 < f_1 / (F_{NT} \cdot f_T) < 3.0 \quad (7)$$

$$0.015 < |f_2 / (F_{NT} \cdot f_T)| < 3.0 \quad (8)$$

なる条件を満たすことが好ましい。

【0020】条件式(7)は、第1レンズ群G<sub>1</sub>の焦点

い。逆に、第2レンズ群G<sub>2</sub>と第3レンズ群G<sub>3</sub>の間隔と、第4レンズ群G<sub>4</sub>と第5レンズ群G<sub>5</sub>の間隔は、望遠端では広角端よりも狭まっていることが望ましい。ズームレンズ全体を、このような構成とすることにより、変倍全域にわたり、像側にほぼテレセントリックとすることが出来る。

【0017】このとき、テレセントリック性を優先するときは、第4レンズ群G<sub>4</sub>は広角側から望遠側への変倍時に、倍率の変化は必ずしも増大しなくとも良い。逆に、高倍率を優先するときは、第4レンズ群G<sub>4</sub>の倍率は増大した方が良い。また、一般にズームレンズにおいて、各レンズ群のうち、何れかのレンズ群を変倍中固定とすることにより、ないしは、複数のレンズ群の変倍時の移動軌道を同一とすることにより、機構的に簡素な構造とすることが可能なので好都合である。本発明においては、第2レンズ群G<sub>2</sub>と第4レンズ群G<sub>4</sub>のうち、少なくとも何れか一方を固定とすることが可能であることを見いだした。第2レンズ群G<sub>2</sub>と第4レンズ群G<sub>4</sub>は、組立時に偏心誤差による性能劣化が起きやすいために、これらを固定とすることは、製造上大変に好ましいのである。

【0018】また本発明においては、

L<sub>P</sub>: 開口絞りSよりも像側の光学系の物側主点Hから開口絞りSまでの光軸上の距離(但し、開口絞りSが物側主点Hよりも物側の場合、L<sub>P</sub>は負であり、逆の場合は正とする。)

とするとき、

$$-3.0 < L_P / f_w < 3.0 \quad (6)$$

なる条件を満たすことが好ましい。(6)式は、L<sub>P</sub>を広角端での焦点距離f<sub>w</sub>との比で適切な範囲を定めたものである。まず、条件式(6)の上限を越える場合も下限を越える場合も、テレセントリックからのはずれかたが大きくなって、シェーディングが起きやすくなり不都合である。また条件式(6)の上限を越えると、開口絞りよりも像側のレンズ径が大きくなりすぎて不都合である。また、広角端での非点隔差が大となり、広角端と望遠端で歪曲収差が負方向に大きくなりがちで、不都合である。条件式(6)の下限を越えると、バックフォーカスが確保しづらくなって不都合である。また、広角端と望遠端で球面収差が負方向に甚大となって、コマ収差も大きく発生し、不都合である。

【0019】また本発明においては、良好な結像性能を得るために、

F<sub>NT</sub>: ズームレンズ全体の望遠端での開放Fナンバーとするとき、

距離f<sub>1</sub>を、望遠端での全系の焦点距離f<sub>T</sub>と明るさ(Fナンバー)F<sub>NT</sub>に対する適正な範囲を規定するものであ

る。条件式(7)の下限を越えると、暗い光学系になり、本発明の意図する所をはずれるので不都合である。また、第1レンズ群G<sub>1</sub>の焦点距離f<sub>1</sub>が必要以上に小さくなるため、負の球面収差が発生しやすくなり不都合であり、ペッツバル和が正側に過大となりやすく、不都合である。条件式(7)の上限を越えると、明るい光学系になりすぎるため、諸収差の補正が非常に困難となるので不都合である。また、第1レンズ群G<sub>1</sub>の焦点距離f<sub>1</sub>が大きくなりすぎるため、全長が大きくなりすぎ不都合であり、絞り径も大きくなって不都合であるばかりか、正の球面収差が発生しやすくなり不都合である。なお、本発明の効果を十分に発揮するには、条件式(7)の上限を1.0、下限を0.2とすることが望ましい。

【0021】条件式(8)は、第2レンズG<sub>2</sub>の焦点距離f<sub>2</sub>を、望遠端での全系の焦点距離f<sub>r</sub>と明るさ(Fナンバー)F<sub>nr</sub>に対する適正な範囲を規定するものである。条件式(8)の下限を越えると、暗い光学系になり、本発明の意図する所をはずれるので不都合である。また、第2レンズ群G<sub>2</sub>の焦点距離f<sub>2</sub>が必要以上に小さくなるため、正の球面収差が発生しやすくなり不都合であり、ペッツバル和が負側に過大となりやすく、不都合である。条件式(8)の上限を越えると、明るい光学系になりすぎるため、諸収差の補正が非常に困難となるので不都合である。また、第2レンズ群G<sub>2</sub>の焦点距離f<sub>2</sub>が大きくなりすぎるため、変倍のための軸上空気間隔が大きくなりすぎ、そのため全長が長くなって不都合である。また、変倍時のコマ収差の変動が発生しやすくなり不都合である。

【0022】さて、防振レンズ群を実際に構成するときには、以下の条件式を満たすことが望ましい。

$$0.2 < \phi / f_3 < 1.2 \quad (9)$$

$$2.0 < d / f_w < 10.0 \quad (10)$$

ここで、

$\phi$  : 防振レンズ群G<sub>3</sub>の最も物体側のレンズ面の最大有効径(直径)

d : 第1レンズ群G<sub>1</sub>の最も物体側のレンズ面の最大有効径(直径)

である。

【0023】条件式(9)は、防振レンズ群G<sub>3</sub>のコンパクト性および明るさを確保するための望ましい範囲を示すものである。条件式(9)の上限を上回ると、光学系が不必要に明るくなって光学系的大型化を招き、レンズ枚数も極端に増加するので好ましくない。また、第3レンズ群G<sub>3</sub>の屈折力が強くなり過ぎて、球面収差を含む諸収差の補正が困難となるので好ましくない。逆に、条件式(9)の下限を下回ると、第3レンズ群G<sub>3</sub>の屈折力が弱くなり過ぎて、変倍におけるレンズ群の移動量が大きくなる。その結果、隣接するレンズ群との干渉が起り、充分な変倍比の確保が困難となり不都合である。また、暗い光学系となり、暗い被写体を撮影すると

きに照明が必要となる頻度が増すので望ましくない。ただし、照明をするときはこの限りではない。

【0024】条件式(10)は、広角端における第1レンズ群G<sub>1</sub>の物体側のレンズ面の最大有効径dと広角端での焦点距離f<sub>w</sub>との比について適切な範囲を規定している。条件式(10)の上限を上回ると、光学系が不必要に明るくなって光学系的大型化を招き、好ましくない。また、第1レンズ群G<sub>1</sub>で発生する球面収差を含む諸収差の補正が困難となるので好ましくない。逆に、条件式(10)の下限を下回ると、光学系に十分な明るさが確保出来なくなり、不都合である。また、絞りよりも後方の光学系の径が大きくなりがちで不都合である。さらには、光学系の射出瞳が像面から後方に変位しやすくなるため不都合である。なお、条件式(10)の効果を十分に発揮するには、上限を8.0とし、下限を5.0とすることが望ましい。

【0025】なお本発明では、防振のために、第3レンズ群G<sub>3</sub>を光軸とほぼ直交する方向に移動させる方法を述べているが、第3レンズ群G<sub>3</sub>を光軸上または光軸近傍の所定の点を中心に旋回運動させても良い。つまり、防振時に、シフト成分以外にチルト成分を加えて駆動することにより、更に良好な防振光学性能が得られる。さらには、第3レンズ群G<sub>3</sub>中の一部のレンズ群を偏心駆動させて、防振することも可能である。

【0026】本発明の各レンズ群の構成に関してさらに述べると、第1レンズ群G<sub>1</sub>は、良好な色補正のためには、少なくとも1枚の貼り合わせレンズを有することが好ましい。また第2レンズ群G<sub>2</sub>中の凹レンズに非球面を設けることが望ましい。これにより、広角化に関して有利であり、特に、最も物体側の面を非球面とすることが好ましい。このとき、非球面の形状は、光軸から離れるに従い屈折力が弱くなる形状が望ましい。

【0027】防振レンズ群である第3レンズ群G<sub>3</sub>は、少なくとも1枚の貼り合わせレンズを有することが好ましい。十分な色消しのためには、貼り合わせ面でのアッベ数の差 $\Delta v$ は、

$$7.0 < \Delta v$$

とすることが望ましい。なお、貼り合わせ面が複数の場合は、最も物側の貼り合わせ面について、上式を満たすことが望ましい。そして、第3レンズ群G<sub>3</sub>中に、ないしは第3レンズ群G<sub>3</sub>の近傍に、開口絞りを有することが望ましい。

【0028】フォーカシングの際には、第2レンズ群G<sub>2</sub>を光軸方向に移動し、あるいは防振群G<sub>3</sub>の全体ないしは一部のレンズ群を光軸方向に移動すると、収差変動が小さく出来るため、好ましい。また、防振時の像面の平坦性を確保するには、広角端での焦点距離を1に規格化したときの防振群G<sub>3</sub>のペッツバル和Pは、

$$0.1 < P < 1.3$$

の範囲とすることが望ましい。さらには、防振群G

3は、物体側から少なくとも2つの正の屈折力を有するレンズ群を有することが好ましい。その何れか一方は、正レンズ成分と凹レンズ成分を貼り合わせたレンズとすることが望ましい。変倍中の諸収差の変動を抑えるには、貼り合わせ面は像側に凸であることが望ましい。

【0029】第4レンズ群G4は、物体側に負レンズ成分を有することが好ましく、さらには、少なくとも1枚の貼り合わせレンズを有することが好ましい。第5レンズ群G5は、十分な色消しのために、少なくとも1枚の貼り合わせレンズを有することが好ましい。さらに、非球面を少なくとも1面有することが好ましい。これにより、コマ収差や歪曲収差を良好に補正することが出来る。

【0030】なお、本発明のズームレンズにさらに非球面レンズや屈折率分布型ガラスを用いたレンズを加えれば、より良好な光学性能が得られる。また第1レンズ群G1内や第5レンズ群G5内に、特殊低分散ガラスを用いると、色収差を低減することが出来るため好ましい。

【0031】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を添付図面に基づいて説明する。図1と図4は、それぞれ本発明の第1実施例と第2実施例にかかるズームレンズのレンズ構成を示す図である。両実施例のズームレンズとも、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、負の屈折力を有する第4レンズ群G4と、正の屈折力を有する第5レンズ群G5とからなる。また広角端での焦点距離fwは、画面对角長よりも短い。広角端から望遠端への変倍は、第5レンズ群G5を物体側に移動すると同時に、各レンズ群G1～G5の間隔をいずれも変化させることによって行っており、また防振補正は、第3レンズ群G3を光軸とほぼ直交す

〔レンズ諸元〕

No	r	d	vd	nd	ng
1	56.7539	1.5000	23.01	1.860741	1.910649
2	30.5308	12.0000	65.42	1.603001	1.614372
3	581.6635	0.0500			
4	27.2253	7.0000	53.93	1.713000	1.729417
5	79.3611	(ds)			
6*	35.3746	1.0000	39.82	1.869940	1.897730
7	8.1163	4.3000			
8	-15.9752	1.0000	45.37	1.796681	1.818801
9	15.0026	0.0500			
10	12.9949	3.7000	27.63	1.740771	1.776142
11	-14.3934	0.5000			
12	-12.6887	1.0000	45.37	1.796681	1.818801
13	12.4930	2.0000	30.04	1.698950	1.729431
14	-102.5225	(d14)			
15	(開口絞り)	0.7000			
16	28.4684	4.2000	53.48	1.547390	1.560219

る方向に移動することによって行っている。また第1実施例では、第4レンズ群G4が変倍中に固定されており、第2実施例では、すべてのレンズ群が変倍に際して移動する。

【0032】以下の表1と表2に、それぞれ第1実施例と第2実施例の諸元を示す。各表の〔レンズ諸元〕中、Noは物体側からの各レンズ面の番号、rは各レンズ面の曲率半径、dは各レンズ面の間隔、vdは各レンズのd線(λ=587.6nm)を基準としたアッベ数、ndとngはそれぞれ各レンズのd線とg線(λ=435.8nm)に対する屈折率を表す。レンズ面番号に\*印を付したレンズ面は非球面を示す。非球面レンズ面については、曲率半径rは頂点での曲率半径であり、また非球面の形状は次式で表される形状である。

$$x = \frac{y^2/r}{1 + \sqrt{1 - \kappa \cdot y^2/r^2}} + \sum C_n \cdot y^n$$

但し、x：レンズ面の頂点から測った光軸方向の距離

y：光軸からの高さ

r：レンズ面の頂点での曲率半径

κ：円錐定数

Cn：n次非球面係数

である。非球面レンズ面の円錐定数κと非球面係数Cnを〔非球面データ〕に示す。〔非球面データ〕中に示されていない非球面係数Cnはすべて0である。また〔防振データ〕中、防振レンズ群G3と像の移動は、光路図上で上方を正とし、下方を負としている。また以下の表3に、前記各条件式に関連する諸値と、各条件式(1)～(10)の値とを示す。

【0033】

〔表1〕

17 -8.2441 1.0000 45.37 1.796681 1.818801  
 18 -22.7488 0.0500  
 19 -43.4016 1.9078 64.10 1.516800 1.526703  
 20 -14.2961 (d<sub>20</sub>)  
 21 -27.2035 0.6000 52.30 1.748099 1.765893  
 22 42.4016 1.6947  
 23 23.2746 1.0000 49.45 1.772789 1.792324  
 24 14.1565 2.7262 35.51 1.595071 1.616844  
 25 63.0603 (d<sub>25</sub>)  
 26 25.0221 4.5000 82.52 1.497820 1.505265  
 27 -56.9536 0.5000  
 28 -122.0583 0.8000 27.63 1.740771 1.776142  
 29 19.7603 5.4000 67.87 1.593189 1.604034  
 30 -52.3437 0.1000  
 31 20.8855 4.2000 60.23 1.518350 1.528997  
 32\* -325.2426 (b f)

[非球面データ]

No=6  $\kappa=1.0000$   $C_4=-7.40550 \times 10^{-6}$   $C_6=3.84200 \times 10^{-7}$   
 $C_8=-4.25680 \times 10^{-9}$   $C_{10}=9.61370 \times 10^{-12}$   
 No=32  $\kappa=1.0000$   $C_4=3.45640 \times 10^{-5}$   $C_6=1.43540 \times 10^{-8}$   
 $C_8=-9.33630 \times 10^{-11}$   $C_{10}=5.75660 \times 10^{-13}$

[可変間隔]

	広角端	望遠端
d <sub>5</sub>	0.46148	19.55296
d <sub>14</sub>	10.67311	1.35677
d <sub>20</sub>	0.59924	21.61681
d <sub>25</sub>	9.96205	1.37088
b f	24.90802	33.49918

[防振データ]

第3レンズ群G<sub>3</sub>のシフト量:  $\Delta S=+0.3$

像のシフト量 広角端: +0.309

望遠端: +0.454

【0034】

【表2】

[レンズ諸元]

No	r	d	v <sub>d</sub>	n <sub>d</sub>	n <sub>g</sub>
1	74.8142	1.0000	25.50	1.804581	1.846310
2	29.4552	10.0000	67.87	1.593189	1.604034
3	-534.6712	0.0500			
4	25.9415	6.5000	49.45	1.772789	1.792324
5	65.6311	(d <sub>5</sub> )			
6*	38.2040	1.2000	43.35	1.840421	1.864916
7	7.3562	4.0000			
8	-18.6604	0.6000	45.37	1.796681	1.818801
9	31.5935	0.0500			
10	18.6012	2.3000	27.63	1.740771	1.776142
11	-15.0747	0.5000			
12	-12.5393	0.6000	45.37	1.796681	1.818801
13	39.5510	1.2500	23.01	1.860741	1.910649
14	464.2878	(d <sub>14</sub> )			
15	894.5325	3.0000	58.54	1.612720	1.625709

16 -11.1768 1.0000 49.45 1.772789 1.792324  
 17 -26.5149 0.0540  
 18 40.4833 2.0000 49.45 1.772789 1.792324  
 19 -33.1720 (d<sub>19</sub>)  
 20 -21.7501 1.0000 53.93 1.713000 1.729417  
 21 26.8789 1.0000  
 22 18.6351 0.8000 53.93 1.713000 1.729417  
 23 10.7754 3.5000 35.51 1.595071 1.616844  
 24 68.3527 (d<sub>24</sub>)  
 25 31.2383 2.9472 53.93 1.713000 1.729417  
 26 -58.8526 0.1000  
 27 238.5897 0.8000 25.50 1.804581 1.846310  
 28 13.0508 4.0768 67.87 1.593189 1.604034  
 29 267.5593 0.1000  
 30 21.5200 3.8516 65.42 1.603001 1.614372  
 31\* -47.2216 (b f)

[非球面データ]

N o = 6  $\kappa = 1.0000$   $C_4 = 1.87560 \times 10^{-5}$   $C_6 = 1.28700 \times 10^{-7}$   
 $C_8 = -3.20110 \times 10^{-9}$   $C_{10} = 1.41630 \times 10^{-11}$   
 N o = 31  $\kappa = 2.0000$   $C_4 = 4.02540 \times 10^{-5}$   $C_6 = -1.74630 \times 10^{-7}$   
 $C_8 = 1.77290 \times 10^{-9}$   $C_{10} = -1.01870 \times 10^{-11}$

[可変間隔]

	広角端	望遠端
d <sub>5</sub>	0.70000	19.99851
d <sub>14</sub>	10.00001	1.00001
d <sub>19</sub>	1.00000	14.09176
d <sub>24</sub>	9.27228	1.50000
b f	20.99985	25.85951

[防振データ]

第3レンズ群G<sub>3</sub>のシフト量:  $\Delta S = +0.4$

望遠端: +0.664

【0035】

【表3】



実施例番号	1	2
$\Delta S$	0.3	0.4
$b_{1r}$	24.908	21.000
$f_v$	7.800	7.800
$f_r$	52.500	52.500
$L_v$	85.175	73.252
$y$	5.5	5.5
$f_1$	43.325	42.294
$f_2$	-6.123	-6.570
$f_3$	21.530	17.416
$f_4$	-29.749	-24.700
$f_5$	20.857	18.165
$L_r$	4.840	-0.04524
$F_{1r}$	2.91	3.63
$\phi$	9.85	8
$d$	50.8	44
$\Delta v$	8.11	9.09
$P$	0.289	0.279
(1) $\Delta S / f_3$	0.014	0.0229
(2) $f_3 / f_r$	0.410	0.332
(3) $b_{1r} / f_v$	3.193	2.692
(4) $L_v / y$	15.486	13.319
(5) $ f_4  / f_v$	3.814	3.167
(6) $L_r / f_v$	0.621	-0.0058
(7) $f_1 / (F_{1r} \cdot f_r)$	0.284	0.222
(8) $ f_2 / (F_{1r} \cdot f_r) $	0.040	0.0345
(9) $\phi / f_3$	0.458	0.459
(10) $d / f_v$	6.513	5.641

【0036】図2と図3に、それぞれ第1実施例の広角端と望遠端での球面収差、非点収差、歪曲収差、及び横収差を示す。横収差(A)は第3レンズ群G<sub>3</sub>を光軸上に配置した状態を示し、横収差(B)は第3レンズ群G<sub>3</sub>を光軸と直交する方向に $\Delta S$ だけ移動して防振補正を行った状態を示す。同様に図5と図6に、それぞれ第2

実施例の広角端と望遠端での諸収差を示す。各収差図において、F<sub>No</sub>はFナンバー、Yは像高を表す。非点収差図中、実線Sはサジタル像面を示し、破線Mはメリディオナル像面を示す。各収差図から明らかなように、各実施例とも、各焦点距離状態において諸収差が良好に補正されていることがわかる。

【0037】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、広角を含み防振機能を備え、小型で且つ高性能高倍率で明るく、更に十分なバックフォーカスとテレセントリック性を確保したズームレンズを提供することができる。また、焦点検出機能と組み合わせれば、オートフォーカスも可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例にかかるズームレンズの構成を示す図である。

【図2】第1実施例の広角状態における諸収差図である。

【図3】第1実施例の望遠状態における諸収差図である。

【図4】本発明の第2実施例にかかるズームレンズの構成を示す図である。

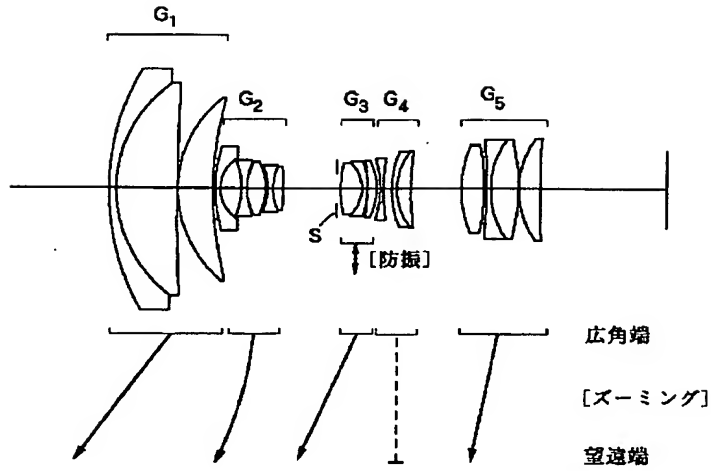
【図5】第2実施例の広角状態における諸収差図である。

【図6】第2実施例の望遠状態における諸収差図である。

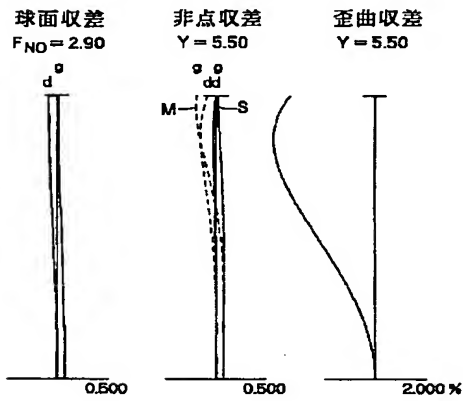
【符号の説明】

G<sub>1</sub>…第1レンズ群                      G<sub>2</sub>…第2  
レンズ群  
G<sub>3</sub>…第3レンズ群(防振レンズ群)      G<sub>4</sub>…第4  
レンズ群  
G<sub>5</sub>…第5レンズ群                      S…開口絞  
り  
F S…固定絞り

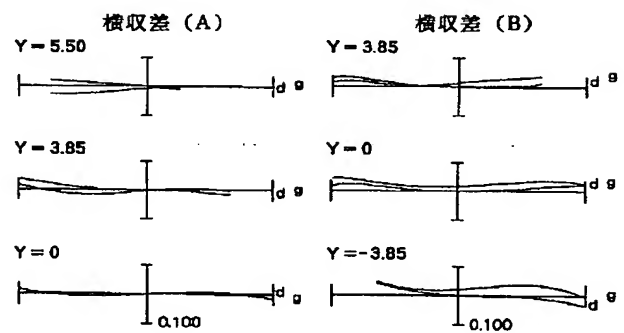
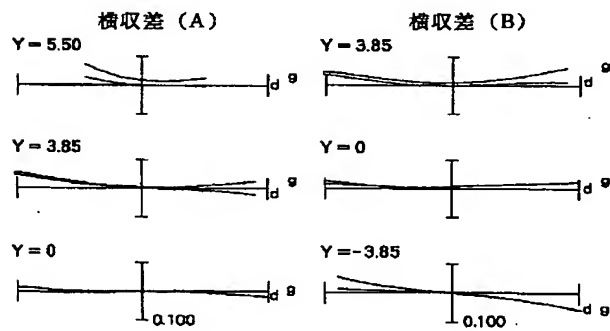
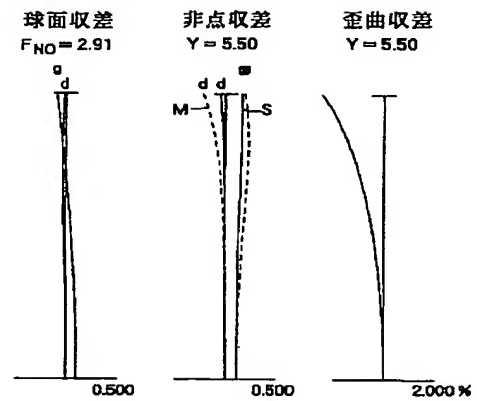
【図1】



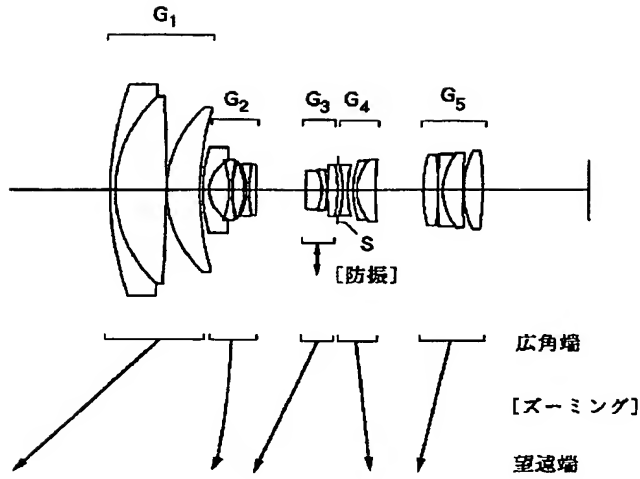
【図2】



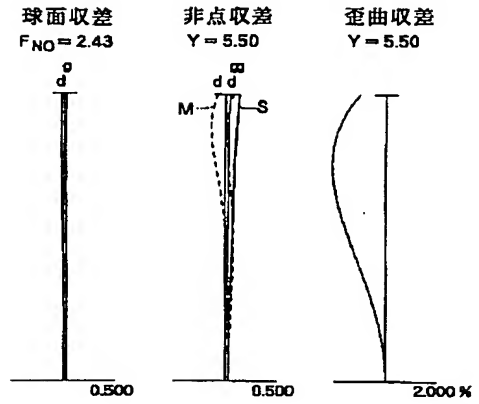
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

